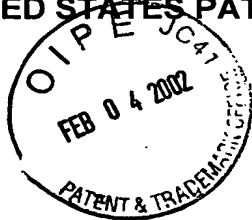


IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



In re PATENT APPLICATION of  
Inventor(s): OHMI et al.

Appln. No.: 09 | 827,307  
Series ↑ | ↑ Serial No.  
Code

Group Art Unit: 1763

Filed: April 6, 2001

Examiner: Unassigned

Title: PLASMA PROCESSING APPARATUS AND PLASMA  
PROCESSING METHOD

Atty. Dkt. P 280043

EL00026CDC

M#

Client Ref

Date: February 4, 2002

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
11-375974	Japan	November 25, 1999

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard  
McLean, VA 22102  
Tel: (703) 905-2000

By Atty: Dale S. Lazar

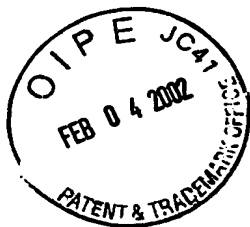
Reg. No. 28872

Sig: 

Fax: (703) 905-2500  
Tel: (703) 905-2126

Atty/Sec: DSL/lfm

**RECEIVED**  
FEB 06 2002  
TC 1700



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: November 25, 1999

Application Number: Japanese Patent Application  
No. 11-375974

Applicant(s): TADAHIRO OHMI  
TOKYO ELECTRON LIMITED

October 26, 2001

Commissioner,  
Patent Office

Kouzo Oikawa (Seal)

Certificate No. 2001-3093927

RECEIVED  
FEB 0 6 2002  
TC 1700



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

1999年11月25日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第375974号

出願人

Applicant(s):

大見 忠弘

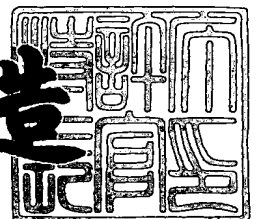
東京エレクトロン株式会社

RECEIVED  
FEB 06 2002  
TC 1700

2001年10月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3093927

【書類名】 特許願  
【整理番号】 OHMI009  
【提出日】 平成11年11月25日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【発明の名称】 プラズマプロセス装置およびプラズマ装置を用いたプロセス

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋 2 の 1 7 の 3 0 1

【氏名】 大見 忠弘

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 0 5 東北大学大学院工学研究科電子工学科内

【氏名】 平山 昌樹

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 0 5 東北大学大学院工学研究科電子工学科内

【氏名】 海原 竜

【特許出願人】

【識別番号】 000205041

【氏名又は名称】 大見 忠弘

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

\* \* \*

【発明の名称】

【発明項の数】 7

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマプロセス装置およびプラズマ装置を用いたプロセス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ処理が行われる基体を載置可能な第一の電極を有し、プラズマ処理が行われる面に対して磁場の印加手段を設けたプラズマプロセス装置において、前記第一の電極の外周囲に補助電極を備え、前記補助電極の裏面にプラズマを励起し、プラズマ中の電子が前記補助電極の表面から前記補助電極の裏面且つ前記補助電極の裏面から前記補助電極の表面にドリフトが発生することを特徴とするプラズマプロセス装置。

【請求項 2】

前記補助電極の表面が絶縁体で覆われていることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 3】

前記第一の電極に載置した基体の表面と前記補助電極の表面の高さが等しいか或いは  $\pm 2 \text{ mm}$  以内であることを特徴とする請求項 1 ～ 2 のいずれか 1 項記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 4】

前期磁場印加手段はダイポールリングマグネットであることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 5】

前記第一の電極に印加する高周波の周波数  $f_1$  と前期補助電極に印加する高周波の周波数  $f_2$  は等しい周波数で且つ位相が異なることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 6】

前記第一の電極に印加する高周波の周波数  $f_1$  と  $f_2 > f_1$  なる周波数  $f_2$  の高周波を前期補助電極に印加することを特徴とする請求項 1 ～ 4 記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 7】

プラズマ処理が行われる基体を載置可能な第一の電極を有し、プラズマ処理が行われる面に対して磁場の印加手段を設けたプラズマプロセス装置において、前記第一の電極の外周囲に補助電極を備え、前記補助電極の裏面にプラズマを励起し、プラズマ中の電子が前記補助電極の表面から前記補助電極の裏面且つ前記補助電極の裏面から前記補助電極の表面にドリフトが発生することを特徴とするプラズマプロセス装置を用いたプロセス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、プラズマプロセス装置およびプラズマ装置を用いたプロセスに関する。

【0002】

【従来の技術】

DRAMやMPUなどのチップサイズの大型化に伴い、その基体として用いられるシリコン基板も大口径化される傾向にある。酸化膜やポリシリコンのエッチングは半導体生産において、最も重要な行程の1つであるが、以前使用されてきた通常の平行平板型のRIE装置では、 $1.0\mu\text{m}$ 以下の微細なパターンの加工性に対して要求されるプラズマ性能は、例えば、 $0.5\text{Pa}$ 以下のプロセス圧力、 $1\text{mA}/\text{cm}^2$ 以上のイオン電流密度、 $1\times 10\text{cm}^{-3}$ 以上の電子密度であり、これらの性能に答えられなかった。

【0003】

この問題を解決するため、磁場を導入したプラズマ源が開発され、このプラズマ源を搭載した装置の一例として、ダイポールリングマグネットを利用したマグネトロンプラズマエッチング装置が公表されている（特開平6-37056号公報）。

【0004】

しかしながら、上記ダイポールリングマグネットを用いたマグネトロンプラズマ装置では低圧・高密度プラズマの生成は可能だが、基体上に生成するプラズマ

の高精度な制御は難しいという一面を持っている。すなわち、基体上に水平磁場を導入したことにより、基体上に対するプラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電圧の均一化を図ることが困難であった。現状では磁場に勾配を持たせる工夫（特開昭62-21062号公報）やプロセス空間中に導入した磁場を回転させること（特開昭61-208223号公報）により均一化を図る解決法が提案されていた。

## 【0005】

しかしながら、特開昭62-21062号公報の解決法はプロセス圧力などを変えた場合に勾配磁場の最適値が変化してしまうという問題があった。一方、特開昭61-208223号公報の解決法には、プロセス中にある基体に対して見かけ上プラズマの均一化が図られてはいるが、磁場を回転させるための機構が必要であり、プラズマ装置全体の小型化が難しいという課題があった。

## 【0006】

この問題を解決するために、補助電極に高周波電力を印加することで均一水平磁場でプラズマを均一化する解決法が示されている。この解決方法は下部電極上に載置する基体の表面で発生する電子ドリフトと、上部電極の外周囲に設けられた補助電極の表面で逆方向の電子ドリフト発生させることで、プラズマ中の電子の循環を起こし、電子の偏りをなくすことが可能というものである。この解決法はプロセス圧力などを変えた場合でも補助電極に印加する高周波の電力を変化させることでプラズマの均一化を図ることが可能であり、また、磁場を回転させる必要もないため、プラズマ装置の小型化を図ることが可能であった。しかしながら、直径300mm以上の基体を処理するプラズマ装置において圧力分布を数パーセント以内に抑えるために基体と上部電極の距離は30mm以上に設定する必要がある。このような距離では基体表面から補助電極表面および補助電極から基体表面に向かう電子の拡散が小さくなり、電子の流動を妨げてしまい、プラズマを均一化することが困難となってくる。

## 【0007】

また、マグネトロンプラズマ源を用いたスパッタ装置では、従来ではターゲット材の削れ量が不均一であり、ターゲットの使用効率50%未満であるという問

題があった。これを解決する手段として概ね均一な平行磁場を用いるという方法が考えられるが、その場合には磁場や基体を処理中に回転させる必要があった。そのため、基体上に成膜された薄膜中のストレスが基体全体におよび、その後の加工時にストレスが開放されて変形してしまうという問題があった。さらに、成膜中の基体表面が不均一なプラズマに曝されるため基体全面での膜質の制御が非常に難しく、例えば銅配線配線のスパッタ成膜では、抵抗値が理論値より数倍も大きくなるという問題があった。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上部電極の形状および距離と全く独立に、基体上の圧力分布を均一に保ったまま、磁場の印加手段を回転させることなく基体表面に対する生成プラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電位の均一化を図ることが可能となり、基体に対して均一且つチャージアップダメージのないエッチングプロセスが可能なプラズマエッチング装置及び基体に対して均一且つ応力の発生しないスパッタ装置を及びそれらを用いたプロセスを提供することを目的とする。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の第一のプラズマプロセス装置は、プラズマ処理が行われる基体を載置可能な第一の電極を有し、プラズマ処理が行われるに空間対して磁場の印加手段を設けたプラズマプロセス装置において、前記第一の電極の外周囲に補助電極を備え、前記補助電極の裏面にプラズマを励起し、プラズマ中の電子が前記補助電極の表面から前記補助電極の裏面且つ前記補助電極の裏面から前記補助電極の表面にドリフトが発生することを特徴とする。

## 【0010】

## 【実施例】

以下に本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、本発明範囲は以下の実施例に限定されるものではない。

## 【実施例1】

図1に示す実施例1に係るプラズマプロセス装置は、プラズマ処理が行われる



基体 101 載置可能な第一の電極 102 を有し、プラズマ処理が行われる面に対して磁場の印加手段 103 を設けたプラズマプロセス装置において、前記第一の電極 102 の外周囲に補助電極 104 を備え、補助電極の裏面 105 にプラズマを励起し、プラズマ中の電子が補助電極の表面 106 から補助電極の裏面 105 且つ補助電極の裏面 105 から前記補助電極の表面 106 にドリフトが発生することを特徴とする。

#### 【0011】

図 1 は本発明のプラズマプロセス装置の概略断面図である。101 はプラズマ処理をする基体であり、第一の電極 102 の上に載置してある。基体 101 の表面にプラズマを励起してプラズマ処理を行う。103 は磁場を印加する手段であり、磁場を印加する手段としては、永久磁石や電磁石を用いたものがあるが、設置容積、使用電力、漏洩磁場などを考慮するとダイポールリングマグネットを用いるものが好ましい。104 は補助電極であり、第一の電極 102 の外周囲に設置している。第一の電極の外周囲とは第一の電極の外周部すべてを取り囲むか或いは外周の一部分を囲ったものを指す。105 は補助電極 104 の裏面を示しており、106 は補助電極 104 の表面を示している。補助電極 104 は補助電極の裏面 105 および補助電極の表面 106 にプラズマを励起することを目的に設置されている。

#### 【0012】

図 2 は本発明のプラズマプロセス装置を印加する磁場の N 極上方から見た俯瞰図である。201 は基体、202 は第一の電極、203 は補助電極である。204 は補助電極の表面から補助電極の裏面への電子のドリフトであり、205 は補助電極の裏面から補助電極の表面への電子のドリフトを示す。206 は補助電極の裏面での電子のドリフトを示し、207 は基体の表面及び補助電極の表面での電子のドリフトを示す。また、204、205、206 および 207 に示される電子のドリフトは磁場又は磁場とプラズマと基体及び補助電極の間に発生するシース電界との相互作用で発生する。

#### 【0013】

従来のマグネトロンプラズマ装置では 204、205 及び 206 の電子のドリ

フトがほとんど存在せず、207の電子のドリフトだけ存在するため、プラズマ中の電子がW極に偏り、プラズマが不均一になってしまう。

#### 【0014】

本発明では基体表面および補助電極で発生した電子は、基体の表面および補助電極表面で発生した電子のドリフト207、補助電極の表面から補助電極の裏面への電子のドリフト205、補助電極の裏面での電子のドリフト206、補助電極の裏面から補助電極の表面のドリフト204および拡散により流動を起こす。この電子の流動によりプラズマ中の電子が印加された磁場の方向に偏ることがないため、プラズマ全体の均一化が可能となる。

#### 【0015】

##### 【実施例2】

本例では、図3に示したプラズマエッチング装置を用い、補助電極を設置した場合に表面から裏面及び補助電極の裏面から表面にドリフトを発生させた場合と補助電極を設置しなかった場合の基体上のセルフバイアス電位とイオン電流密度を測定及びエッチングを行った。

#### 【0016】

図3に示すチャンバ301はアルミニウム製であり、302は排気手段であり、ターボ分子ポンプを用いてチャンバ301内部を減圧としている。また、ガス導入手段303により $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンを導入し、チャンバ301内を所望の圧力に設定している。ガスの組み合わせはこの限りではなく、その他の例として $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、アルゴンなどがあるが、 $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンが過度のガスの解離を抑え、エッチング特性の向上が可能であるため好ましい。第一の電極304は整合回路305を介して周波数13.56MHzの高周波電源306を接続している。高周波電源の周波数はこの限りではなく、27.12MHzや40MHzなどがあるが、酸化膜のエッチングの場合はプラズマのセルフバイアス電位の大きくなる13.56MHz付近の高周波が好ましい。絶縁膜エッチングにおいては初期段階には高セルフバイアスになるように設定し、高速にエッチングを行い、エッチング終了段階には低セルフバイアスになるように設定することで、絶縁膜の下地のダメージを低

減することで絶縁膜のエッチングを行うのがより好ましい。また、第二の電極 3 0 7 は接地してある。本例では第二の電極に平行平板型をもちいたが、マルチターゲット型、マイクロ波励起型、電子サイクロトロン共鳴型、誘導結合型などのプラズマ源をそなえていてもよいが、エッチング特性の向上のためには平行平板型がより好ましい。第一の電極 3 0 4 の表面にシリコン酸化膜を形成したシリコンの基体 3 0 8 が設置してある。補助電極 3 0 9 は整合回路 3 1 0 を介して周波数 1 0 0 M H z の高周波電源 3 1 1 が設置してある。3 1 2 は磁場印加手段であり 1 2 0 G a u s s のダイポールリングマグネットを用いている。

【 0 0 1 7 】

図 4 は補助電極 3 0 9 を上面から見た平面図である。本例ではリング状のものを用いたが、図 5 に示すようにリングを 4 分割したものでもかまわないが、分割した距離 5 0 1 は電子のサイクロイド半径以内の 2 m m 以内とするのが好ましい。

【 0 0 1 8 】

図 2 は第一の電極 3 0 4 と補助電極 3 0 9 を印加した磁場の N 極上方から見た俯瞰図である。図 2 に示すように補助電極 2 0 5 を第一の電極 2 0 6 の外周囲に設置することで、基体 2 0 7 の表面及び補助電極 2 0 5 の表面では印加した磁場の E 極から W 極への電子のドリフト 2 0 3 が発生し、補助電極 2 0 5 の裏面では印加した磁場の W 極から E 極へ電子のドリフト 2 0 4 が発生する。また、補助電極 2 0 5 の W 極側では表面から裏面への電子のドリフト 2 0 1 が発生し、補助電極 2 0 5 の E 極側では裏面から表面への電子ドリフトが発生する。この原理によりプラズマ中の電子が偏ることなく流動を起こすことでプラズマの均一化が可能となる。

【 0 0 1 9 】

図 6 は本例のプラズマ装置で測定したセルフバイアス電位を示す。補助電極を設置した場合としない場合について測定を行ったが、補助電極がない場合は通常のマグネトロンプラズマ装置の場合を同等である。補助電極がない場合はセルフバイアスが基体上で 2 0 V の電位差が発生しているが、補助電極を第一の電極の外周囲に設置することで 2 V にすることができる。

## 【 0 0 2 0 】

図 7 は本例のプラズマ装置で測定したイオン電流密度を示す。補助電極がない場合はイオン電流密度が基体上の E 極側でイオン電流密度が低下しているが、補助電極を第一の電極の外周囲に設置することで、均一なイオン電流密度を基体上で実現している。

## 【 0 0 2 1 】

さらに、本実施例のプラズマエッチング装置を用いて、チャンバー内の圧力を  $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンの混合ガスにより 5 Pa に設定し、表面シリコン酸化膜を  $1.6 \mu m$  形成した直径 200 mm のシリコン基体のエッチングを行い、第一の電極に接続した高周波電力を 1500 W、補助電極に接続した高周波電力を 200 W の条件において  $\pm 2\%$  のエッチング速度の均一性を得た。

## 【 0 0 2 2 】

## 【実施例 3】

本例では、図 8 に示したプラズマスパッタ成膜装置に適応した場合を示している。

## 【 0 0 2 3 】

図 2 に示すチャンバ 801 はアルミニウム製であり、内面はフッ化処理を行いフッ化アルミニウムを形成させ保護膜としているが、この材料の組み合わせに限定されるわけではなく、水分などプロセスガス以外のガス放出の極力少ない内面とするのが好ましい。802 は排気手段であり、ターボ分子ポンプを用いてチャンバ 801 内部を減圧としている。また、ガス導入手段 803 によりアルゴンガスを導入し、チャンバ 801 内を所望の圧力に設定している。使用するガスはこの限りではなく、その他の例としてキセノンやクリプトンと酸素の混合ガスなどがあるが、銅スパッタ成膜用にはアルゴンガスが好ましい。第一の電極 804 は整合回路 805 介して周波数 13.56 MHz の高周波電源 806 を接続している。高周波電源の周波数はこの限りではなく、27.12 MHz や 40 MHz などがあるが、スパッタにはターゲット表面に発生するセルフバイアス電位が大きくなる 13.56 MHz 付近の高周波が好ましい。第一の電極の表面に銅ターゲットの基体 807 が設置してある。本例では銅製のターゲットを設置したが、こ

の材料に限定されるわけではなく、成膜したい材料をターゲットとして設置すればよい。補助電極 808 は整合回路 809 を介して周波数 100 MHz の高周波電源 810 が設置してある。811 は磁場印加手段であり 120 Gauss のダイポールリングマグネットを用いている。また、第一の電極と対向する位置に第二の電極 812 が設置してあり、表面にシリコン酸化膜を形成したシリコンの基体 813 が設置してある。また第二の電極 812 は整合回路 814 を介して周波数 40 MHz の高周波電源 815 を接続している。高周波電源の周波数はこの限りではなく、13.56 MHz や 27.12 MHz などがあるが、シリコンの基体に照射するイオンの量を増加し、発生するセルフバイアス電位を低下させるため高い周波数が好ましい。

## 【0024】

本実施例のスパッタ装置を用いて、チャンバー内の圧力をアルゴンのガスをにより 0.1 Pa に設定し、第一の電極に接続した高周波電力を 1500 W、補助電極に接続した高周波電力を 200 W の条件において銅のスパッタ成膜を行った結果、全く応力のない、膜厚均一性  $\pm 2\%$  及び抵抗率が  $2.76 \mu\Omega \cdot \text{cm}$  の銅薄膜を得た。

## 【0025】

## 【実施例 4】

本例では、図 3 に示した平行平板型プラズマエッチング装置を用い、補助電極の表面を絶縁体で覆った場合のセルフバイアス電位を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を調べたものである。

## 【0026】

図 9 は補助電極の断面図である。901 は補助電極であり、901 は絶縁体である。本例では絶縁体として AlN を用いたがこの材料に限られるわけではなく、石英、アルミナ、テフロン、ポリイミドなどでもよいが、熱伝導率およびプラズマ耐性の高い AlN が好ましい。

## 【0027】

その他の点は実施例 1 と同様である。

## 【0028】

図 1 0 は補助電極の表面を絶縁体で覆った場合と覆わない場合、セルフバイアス電位を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を調べたものである。

【0 0 2 9】

補助電極の表面を絶縁体で覆わなかった場合、セルフバイアス電位を均一にできる補助電極に印加する高周波電力は 2 0 0 W であったが、絶縁体で覆った場合は 1 0 0 W であった。

【0 0 3 0】

さらに、本実施例のプラズマエッチング装置を用いて、チャンバー内の圧力を  $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンの混合ガスにより 5 Pa に設定し、表面シリコン酸化膜を 1.6  $\mu m$  形成した直径 2 0 0 mm のシリコン基体のエッチングを行い、第一の電極に接続した高周波電力を 1 5 0 0 W、補助電極に接続した高周波電力を 1 0 0 W の条件において  $\pm 2\%$  のエッチング速度の均一性を得た。

【0 0 3 1】

補助電極の裏面に効率的にプラズマを励起することで、より少ない高周波電力でセルフバイアス電位を均一化し、均一なエッチングすることが可能である。

【0 0 3 2】

【実施例 5】

本例では、図 4 に示した平行平板型プラズマエッチング装置を用い、補助電極に第一の電極の高周波電力と同じ周波数の 1 3.56 MHz で位相を  $0^\circ$  から  $180^\circ$  まで変化させた高周波電力を印加した場合のチャンバー内壁の消耗率を測定した。

【0 0 3 3】

他の点は実施例 1 と同様である。

【0 0 3 4】

図 1 1 は、チャンバがプラズマによりスパッタされて消耗しまう量を測定したものを示す。

プラズマを 2 4 時間励起した後、チャンバ内壁の厚さの変化を測定した。1 3.56 MHz を同位相の  $0^\circ$  で印加した場合では厚みが 3 0  $\mu m$  減少し、逆位相の  $180^\circ$  で印加した場合は 7  $\mu m$  減少した。

## 【0035】

さらに、本実施例のプラズマエッチング装置を用いて、チャンバー内の圧力を  $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンの混合ガスにより 5 Pa に設定し、表面シリコン酸化膜を 1.6  $\mu m$  形成した直径 200 mm のシリコン基体のエッチングを 300 回試行しは場合、チャンバー壁の消耗は 7  $\mu m$  であり、従来のエッチング装置の 50  $\mu m$  よりも 7 分の 1 であった。

## 【0036】

この結果から、第一の電極と同じ周波数で異なる位相の高周波電力を補助電極に印加することでプラズマ電位が低くなるため、チャンバー内壁がスパッタされるを抑えることができ、逆位相の時もっともチャンバー壁のスパッタを抑えることができる。

## 【0037】

## 【実施例 6】

本例では補助電極に第一の電極に印加する 13.56 MHz の高周波電力よりも高い周波数である 100 MHz の高周波電力を印加した場合の補助電極の消耗率を測定した。他の点は実施例 4 と同様である。

本例では 13.56 MHz と 100 MHz の高周波電力を用いたがこの組み合わせに限定されるわけではなく、第一の電極に 27 MHz、補助電極に 60 MHz などの組み合わせ及び第一の電極に 40 MHz、補助電極に 80 MHz やその他の組み合わせでもよいが、補助電極に印加する高周波の周波数は高いほうが好ましい。

## 【0038】

図 12 に示すように、補助電極に接続された高周波電源の周波数を高めることによって、補助電極に発生するセルフバイアス電圧を低く抑えることができ、補助電極のスパッタによる消耗を抑えることができる。

## 【0039】

さらに、本実施例のプラズマエッチング装置を用いて、チャンバー内の圧力を  $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンの混合ガスにより 5 Pa に設定し、表面シリコン酸化膜を 1.6  $\mu m$  形成した直径 200 mm のシリコン基体のエッチン

グを 3 0 0 回試行した場合、補助電極の消耗は 5 mm であり、従来のエッチング装置の 6 5 mm と比較して 1 3 分の 1 に低減した。

【 0 0 4 0 】

【実施例 7】

本例は第一の電極の表面と補助電極の表面の高さによって、セルフバイアス電位をもっとも均一にできる補助電極に印加する高周波電力を調べたものである。

【 0 0 4 1 】

他の点は実施例 1 と同様である。

【 0 0 4 2 】

図 1 3 は第一の電極の上面と補助電極の上面の高さによって、セルフバイアス電位を均一にできる補助電極に印加する高周波電力を調べたものである。

【 0 0 4 3 】

高さが等しい場合は、セルフバイアス電位を均一にできる補助電極に印加する高周波電力は 1 0 0 W であったが、高さに 5 0 mm 異なる場合は、3 0 0 W であった。

【 0 0 4 4 】

図 1 4 に示すように、補助電極 1 4 0 1 の表面で発生する電子ドリフト 1 4 0 4 が第一の電極 1 4 0 2 で消滅および基体 1 4 0 3 の表面で発生する電子ドリフト 1 4 0 5 が補助電極 1 4 0 1 に衝突して消滅するのを防ぐため、電子ドリフトのサイクロイド半径よりも小さい必要がある。

【 0 0 4 5 】

補助電極 1 4 0 1 の表面を基体 1 4 0 3 の表面と等しい高さ又は 2 mm 以内にすることによって、少ない高周波電力でセルフバイアス電位を均一化することが可能である。

【 0 0 4 6 】

さらに、本実施例のプラズマエッチング装置を用いて、チャンバー内の圧力を  $C_4F_8$ 、一酸化炭素、酸素、キセノンの混合ガスにより 5 Pa に設定し、表面シリコン酸化膜を 1. 6  $\mu m$  形成した直径 2 0 0 mm のシリコン基体のエッチングを行い、第一の電極に接続した高周波電力を 1 5 0 0 W、補助電極に接続した



高周波電力を 100W の条件において  $\pm 2\%$  のエッチング速度の均一性を得た。

【0047】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、上部電極の形状および距離と全く独立に、基体上の圧力分布を均一に保ったまま、磁場の印加手段を回転させることなく基体表面に対する生成プラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電位の均一化を図ることで、基体に対して均一且つチャージアップダメージのないエッチングプロセスが可能なプラズマエッチング装置及び基体に対して均一且つ応力の発生しないスパッタ装置を及びそれらを用いたプロセスが可能となる。

【0048】

また、本プラズマプロセス装置の補助電極の表面を絶縁体で覆うことで高周波電力効率の高いプラズマプロセス装置が実現できる。

【0049】

さらに、第一の電極に載置した基体の表面と補助電極の表面の高さが等しいあるいは  $\pm 2\text{mm}$  以内とすることで高周波電力効率の高いプラズマプロセス装置が実現できる。

【0050】

磁場の印加手段をダイポールリングマグネットとすることで電力、設置容積、漏洩磁場が少ないプラズマプロセス装置が実現できる。

【0051】

また、第一の電極に印加する高周波の周波数  $f_1$  を補助電極に印加する高周波の周波数  $f_2$  と等しい周波数で異なる位相とすることでチャンバー壁のスパッタを防止できるプラズマプロセス装置が実現できる。

【0052】

さらに、第一の電極に印加する高周波の周波数  $f_1$  を補助電極に印加する高周波の周波数  $f_2$  を  $f_2 > f_1$  とすることで補助電極の消耗を抑えることができるプラズマプロセス装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

実施例 1 に係る、補助電極を設置し、プラズマ中の電子が補助電極の表面から裏面且つ補助電極の裏面から表面にドリフトが発生するプラズマプロセス装置の断面模式図である。

【図 2】

実施例 1 に係る、第一の電極及び補助電極を印加した磁場の N 極上方から見た俯瞰図である。

【図 3】

実施例 1 に係る、補助電極を設置し、プラズマ中の電子が補助電極の表面から裏面且つ補助電極の裏面から表面にドリフトが発生するプラズマエッチング装置の断面模式図である。

【図 4】

実施例 1 に係る、補助電極の平面図である。

【図 5】

実施例 1 に係る、補助電極を 4 分割した平面図である。

【図 6】

実施例 1 に係る、基体上におけるプラズマのセルフバイアス電位を測定したグラフである。

【図 7】

実施例 1 に係る、基体上におけるプラズマのイオン電流密度を測定したグラフである。

【図 8】

実施例 2 に係る、補助電極を設置し、プラズマ中の電子が補助電極の表面から裏面且つ補助電極の裏面から表面にドリフトが発生するプラズマエッチング装置の断面模式図である。

【図 9】

実施例 3 に係る、補助電極の断面図である。

【図 10】

実施例 3 に係る、セルフバイアス電位の分布を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を測定したグラフである。

【図 1 1】

実施例 4 に係る、チャンバー壁のスパッタ量を測定したグラフである。

【図 1 2】

実施例 5 に係る、補助電極の消耗量を測定したグラフである。

【図 1 3】

実施例 6 に係る、セルフバイアス電位の分布を最も均一にできる補助電極に印加する高周波電力を測定したグラフである。

【図 1 4】

実施例 6 に係る、補助電極の高さと電子ドリフトの関係を示す側面図である。

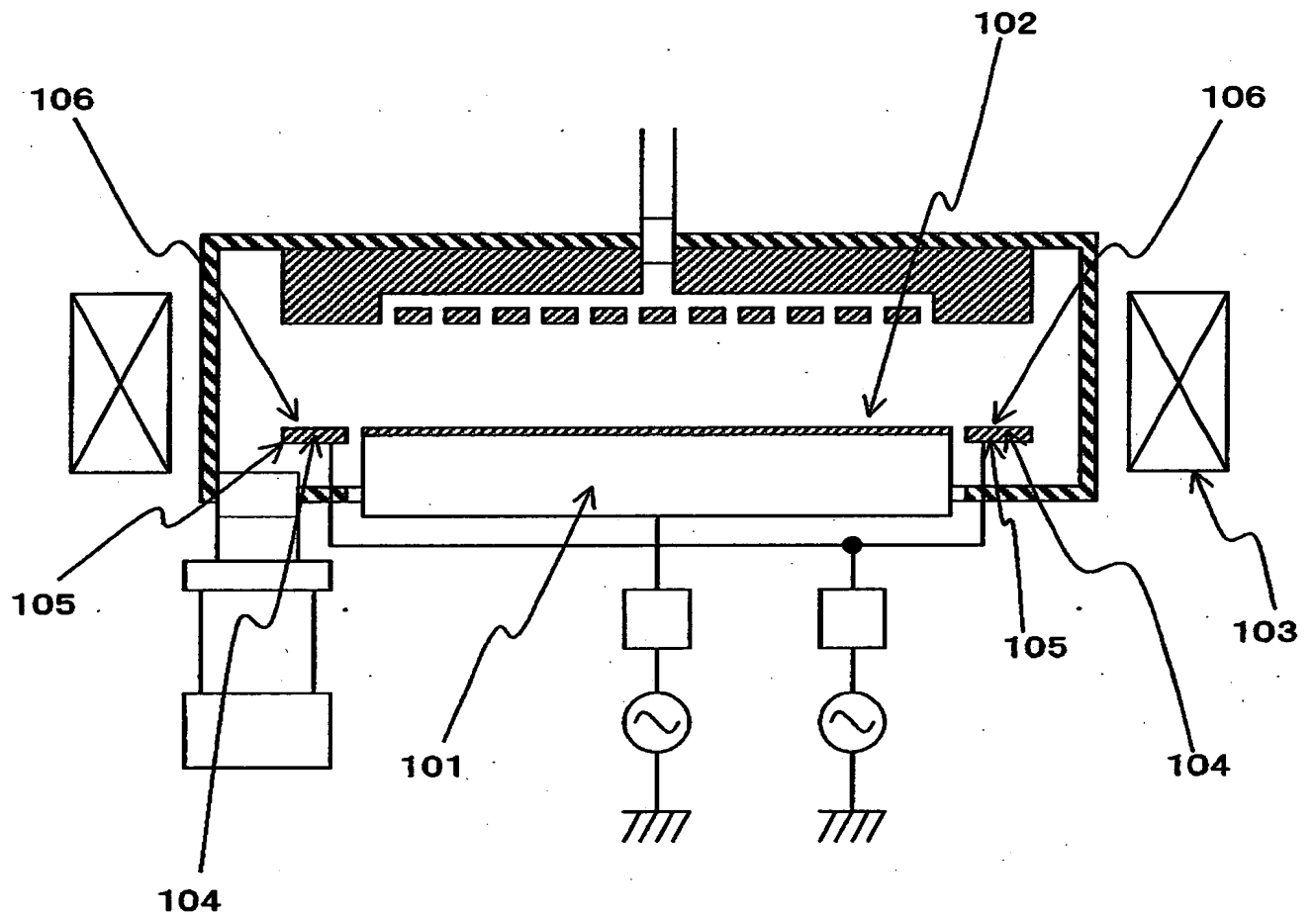
【符号の説明】

- 1 0 1 基体
- 1 0 2 第一の電極
- 1 0 3 磁場印加手段
- 1 0 4 補助電極
- 1 0 5 補助電極の表面
- 2 0 1 基体
- 2 0 2 第一の電極
- 2 0 3 補助電極
- 2 0 4 補助電極の裏面から表面への電子ドリフト
- 2 0 5 補助電極の表面から裏面への電子ドリフト
- 2 0 6 補助電極の裏面における電子ドリフト
- 2 0 6 基体の表面及び補助電極面における電子ドリフト
- 3 0 1 チャンバー
- 3 0 2 排気手段
- 3 0 3 ガス導入手段
- 3 0 4 第一の電極
- 3 0 5 整合回路
- 3 0 6 高周波電源
- 3 0 7 第二の電極

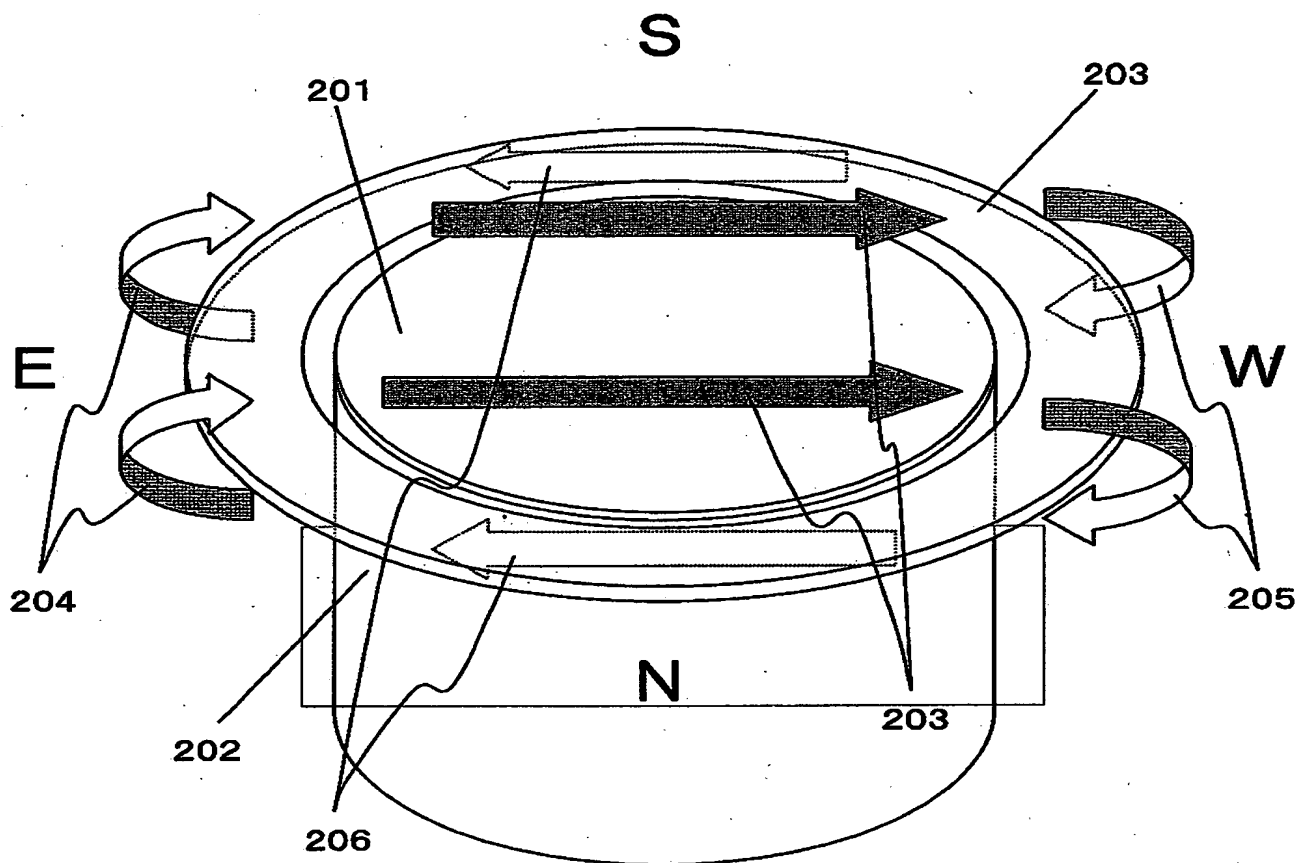
- 308 基体
- 309 補助電極
- 310 整合回路
- 311 高周波電源
- 312 磁場印加手段
- 501 補助電極の分割間隔
- 801 チャンバー
- 802 排気手段
- 803 ガス導入手段
- 804 第一の電極
- 805 整合回路
- 806 高周波電源
- 807 基体
- 808 補助電極
- 809 整合回路
- 810 高周波電源
- 811 磁場印加手段
- 812 第二の電極
- 813 基体
- 814 整合回路
- 815 高周波電源
- 901 補助電極
- 902 絶縁体
- 1401 補助電極
- 1402 第一の電極
- 1403 基体
- 1404 補助電極表面における電子ドリフト
- 1405 基体表面における電子ドリフト

【書類名】 図面

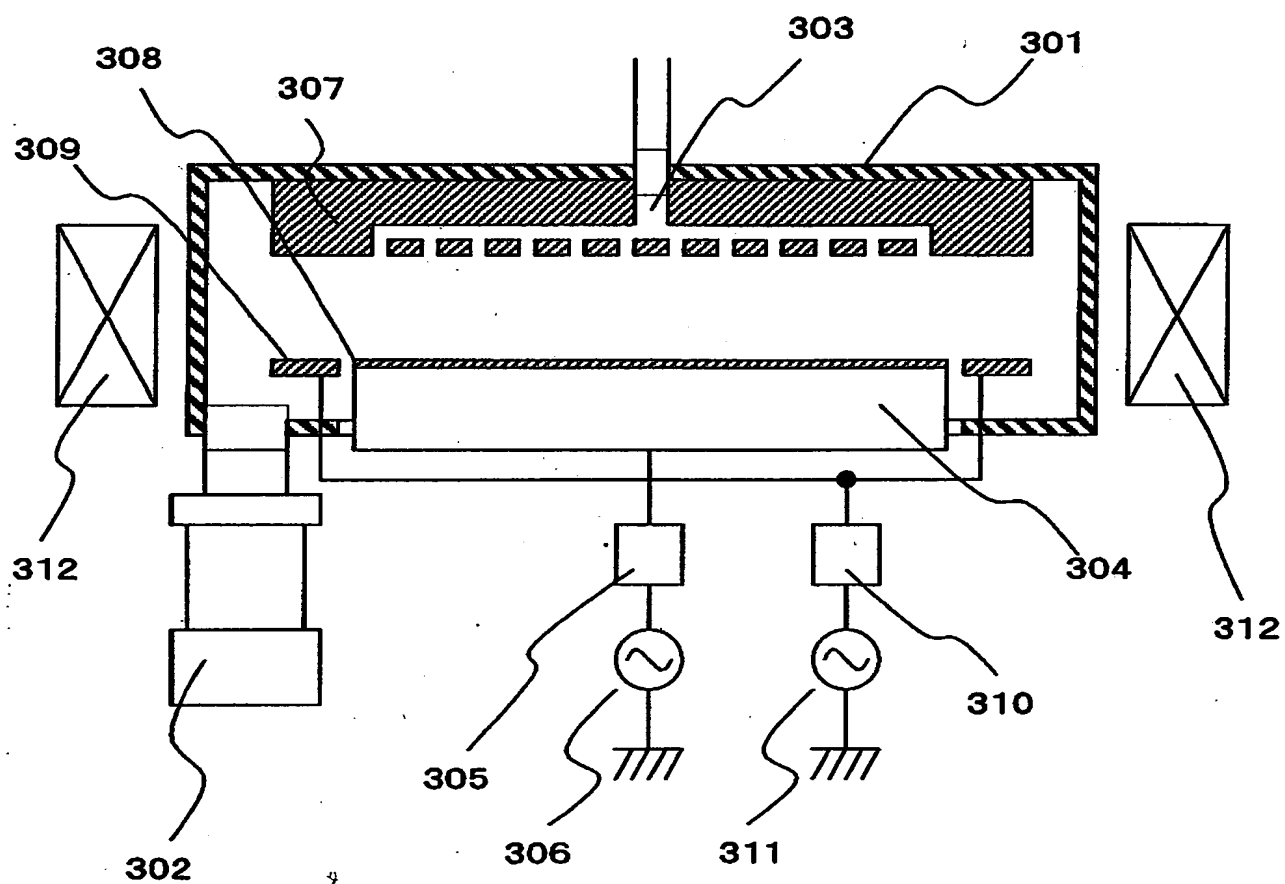
【図 1】



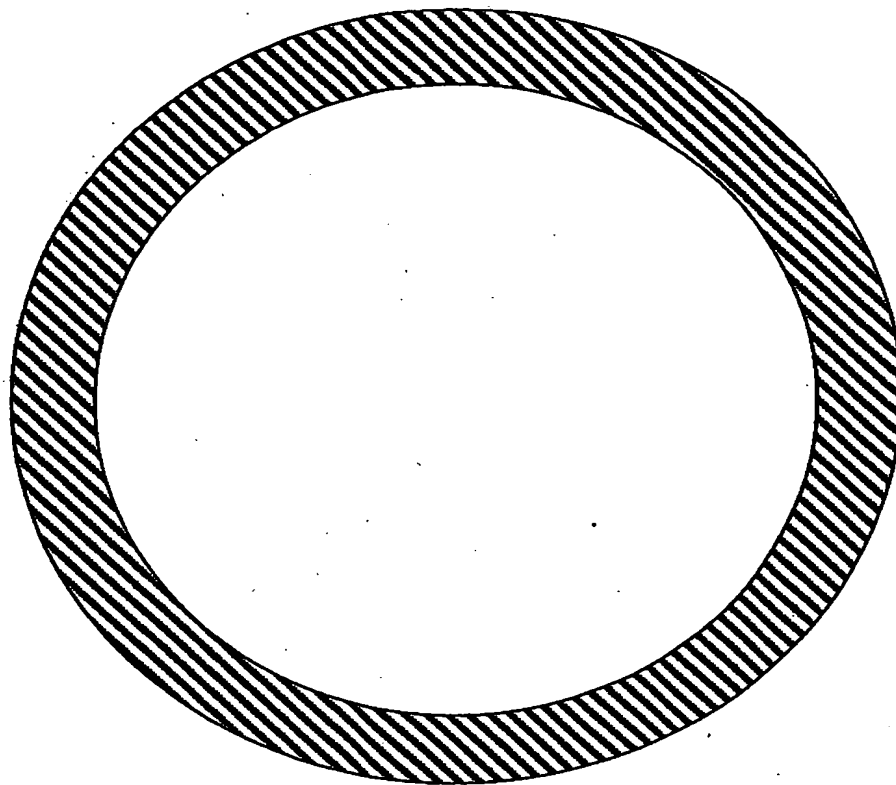
【図 2】



【図 3】

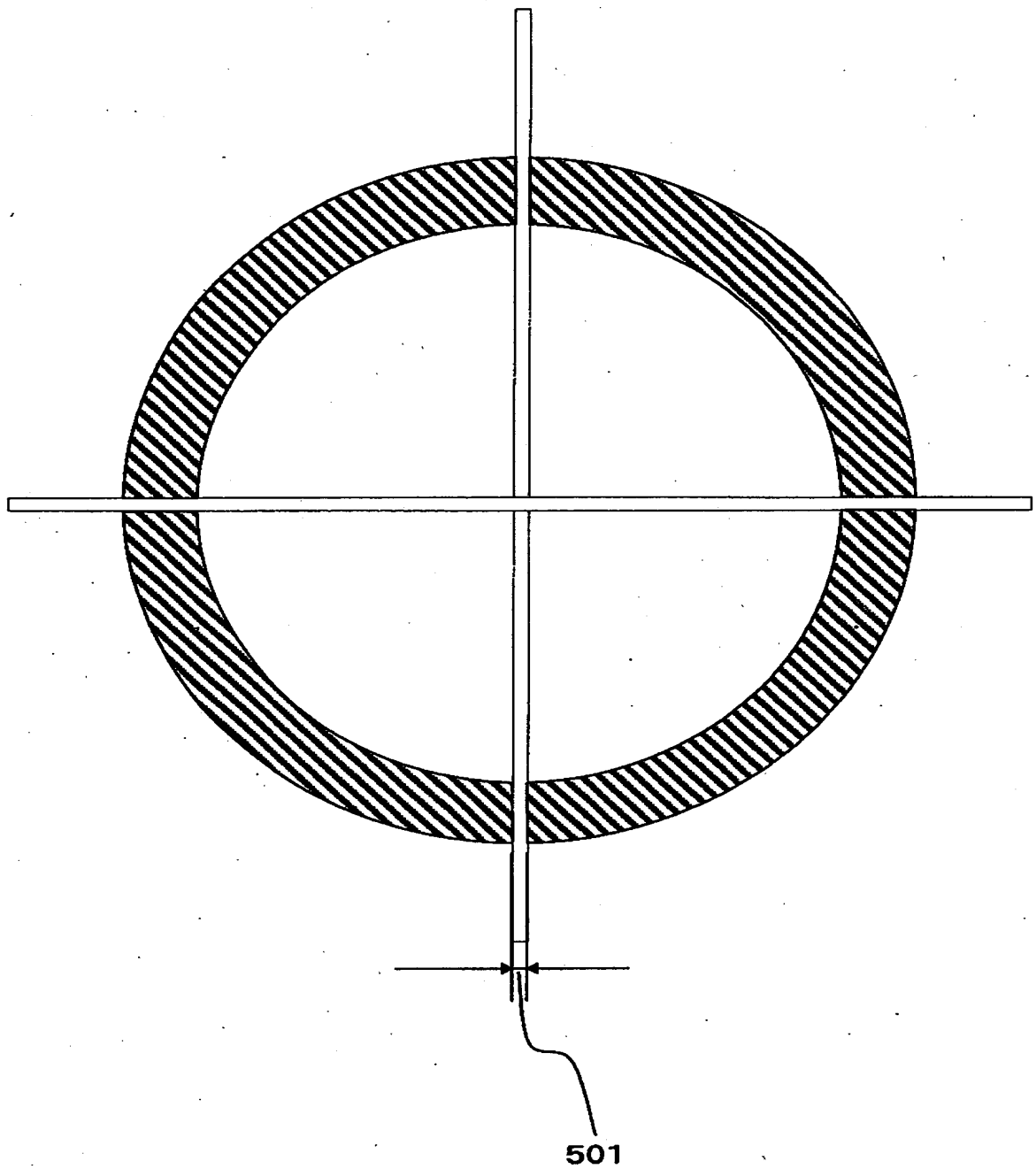


【図4】

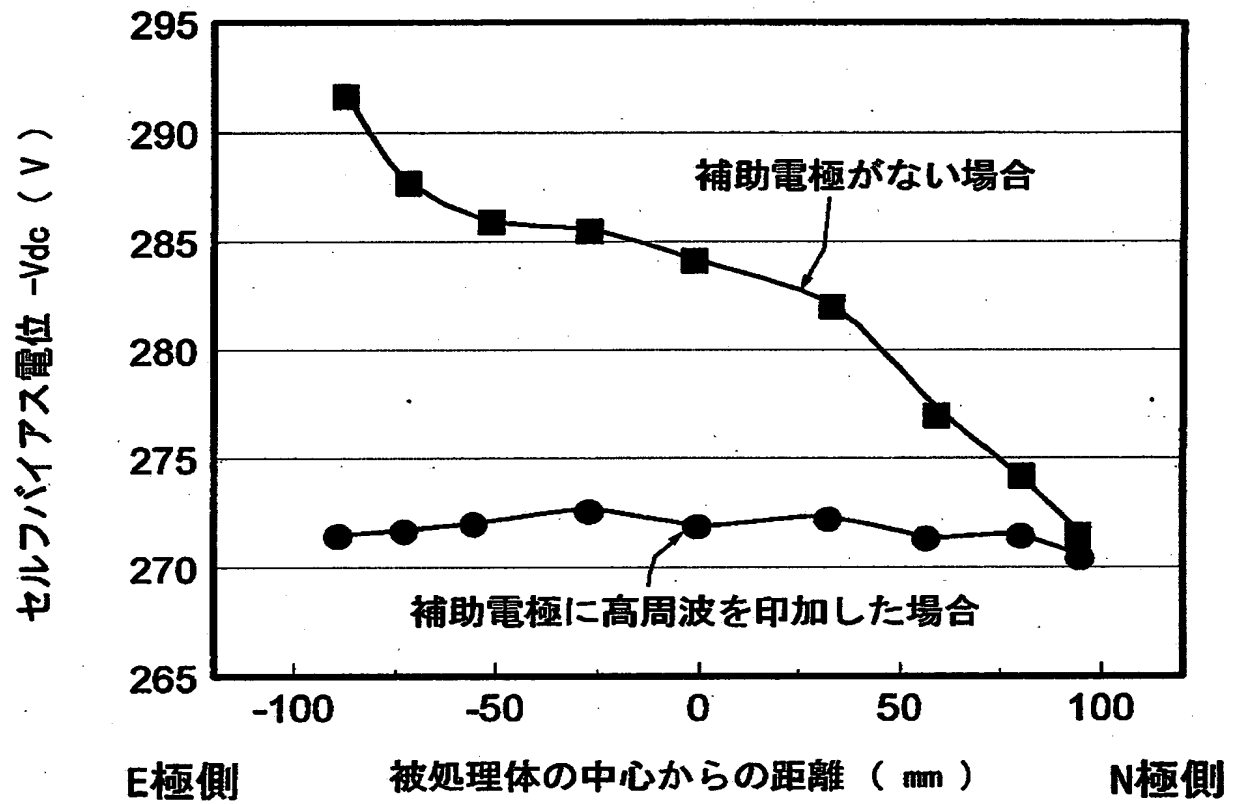




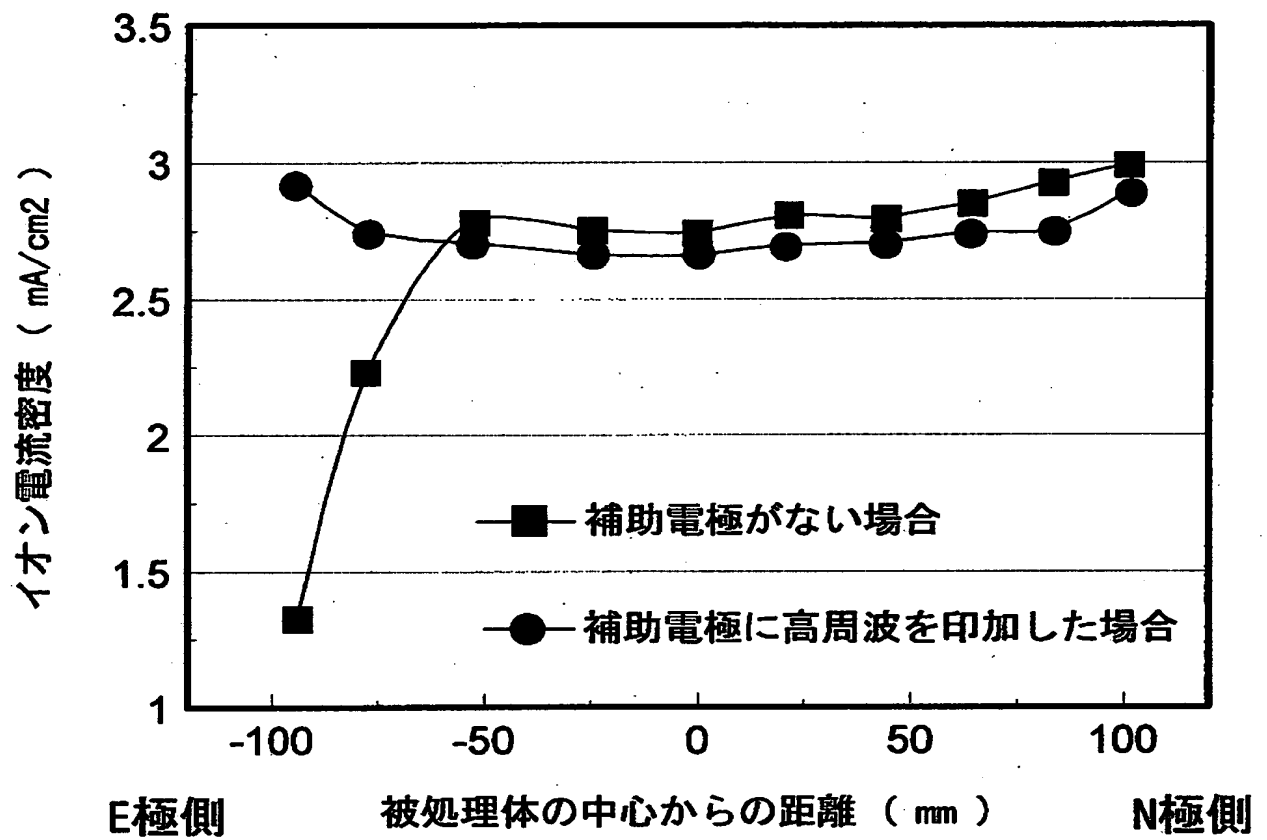
【図 5】



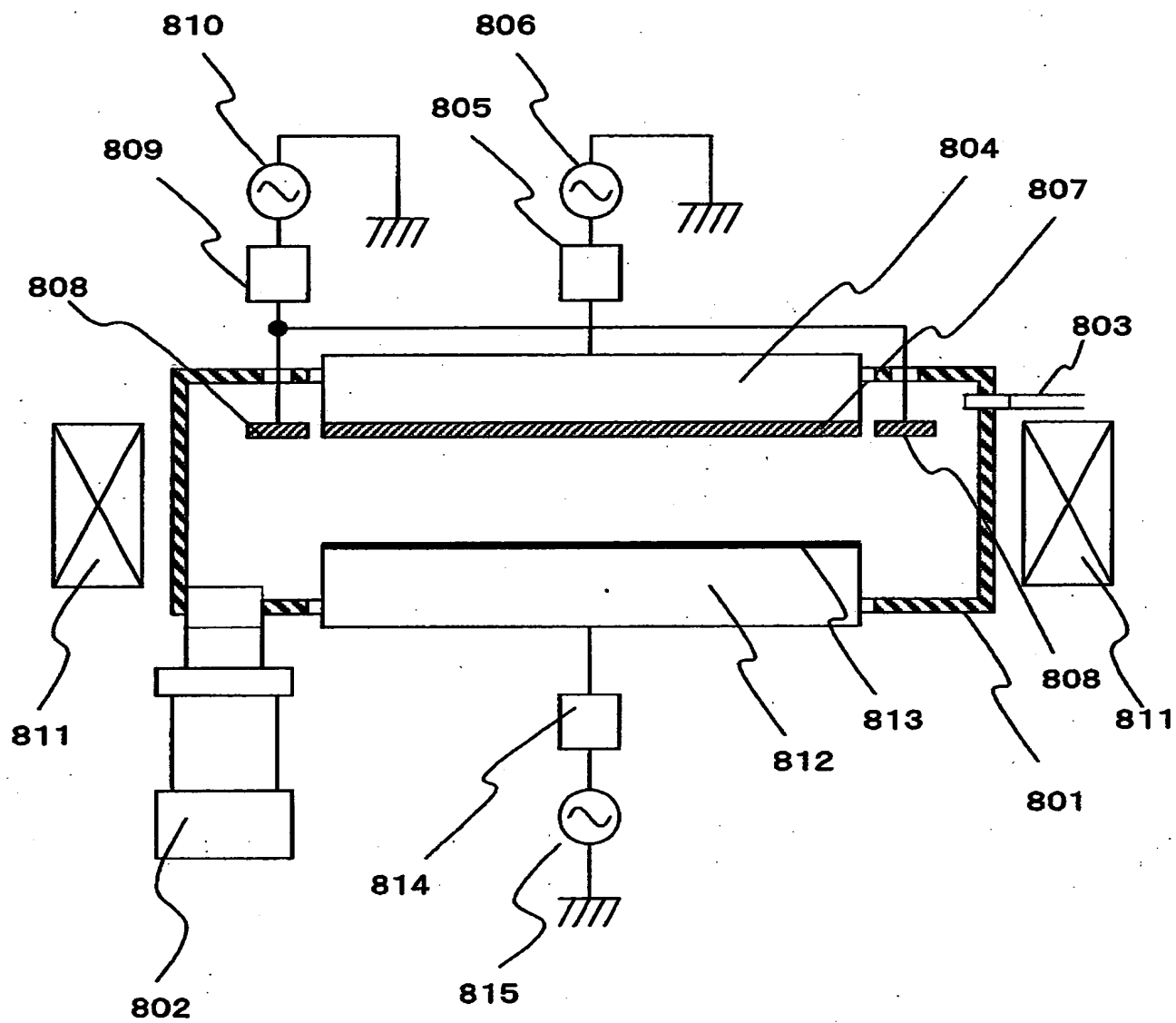
【図 6】



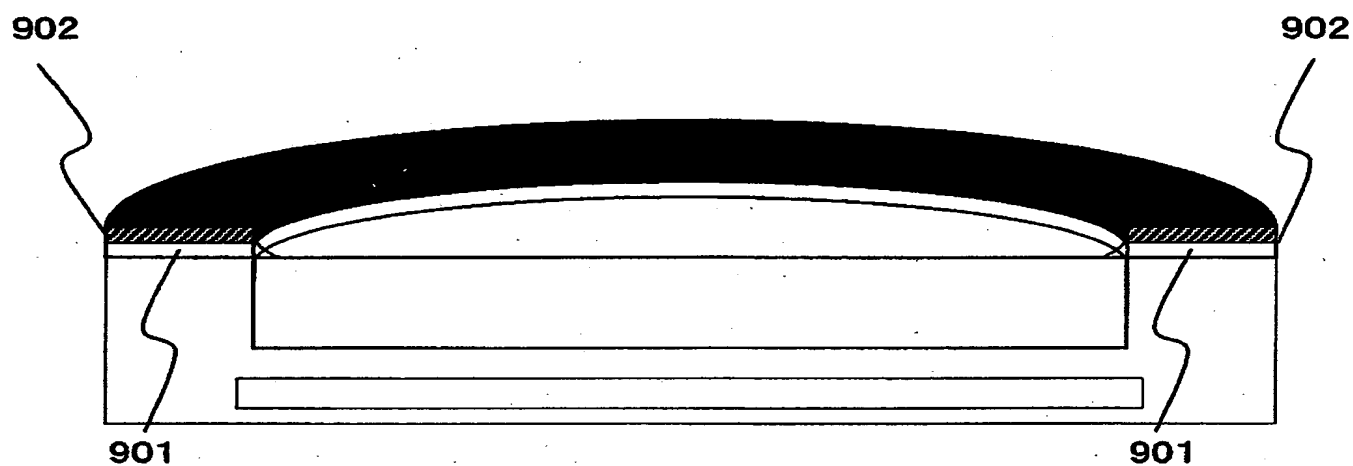
【図 7】



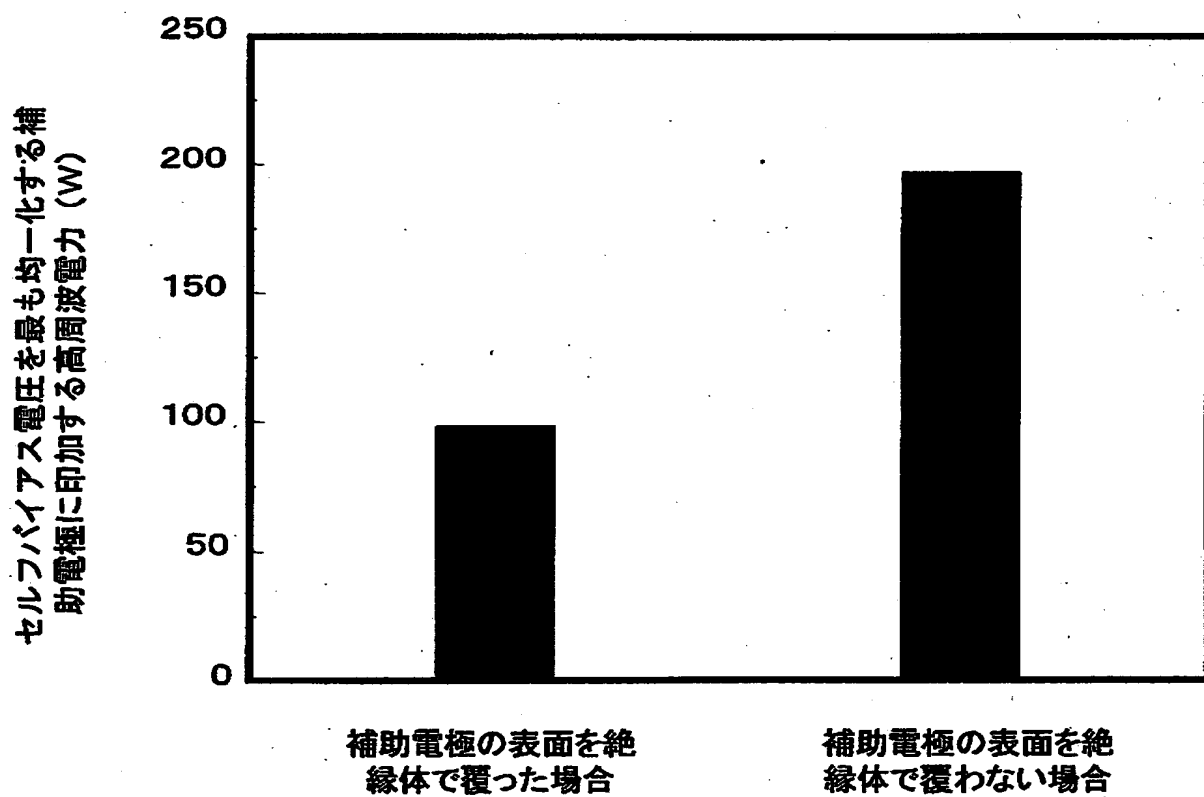
【図 8】



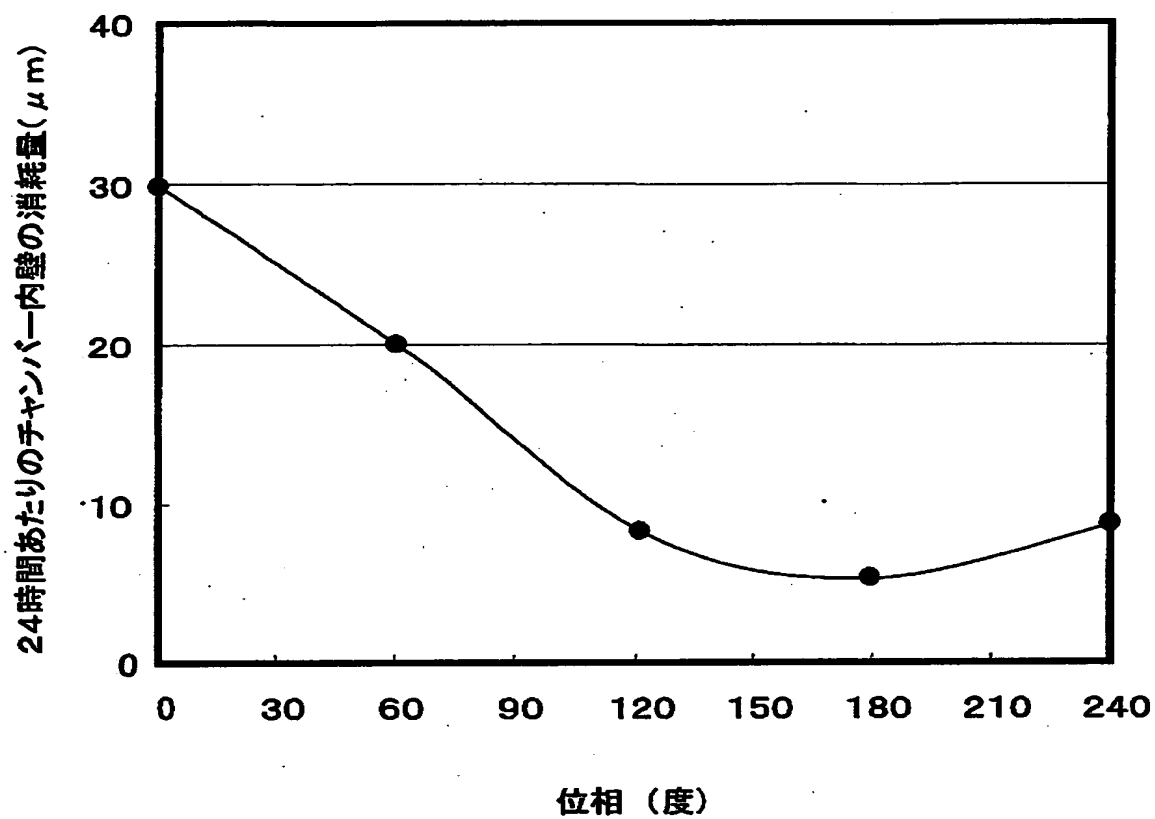
【図 9】



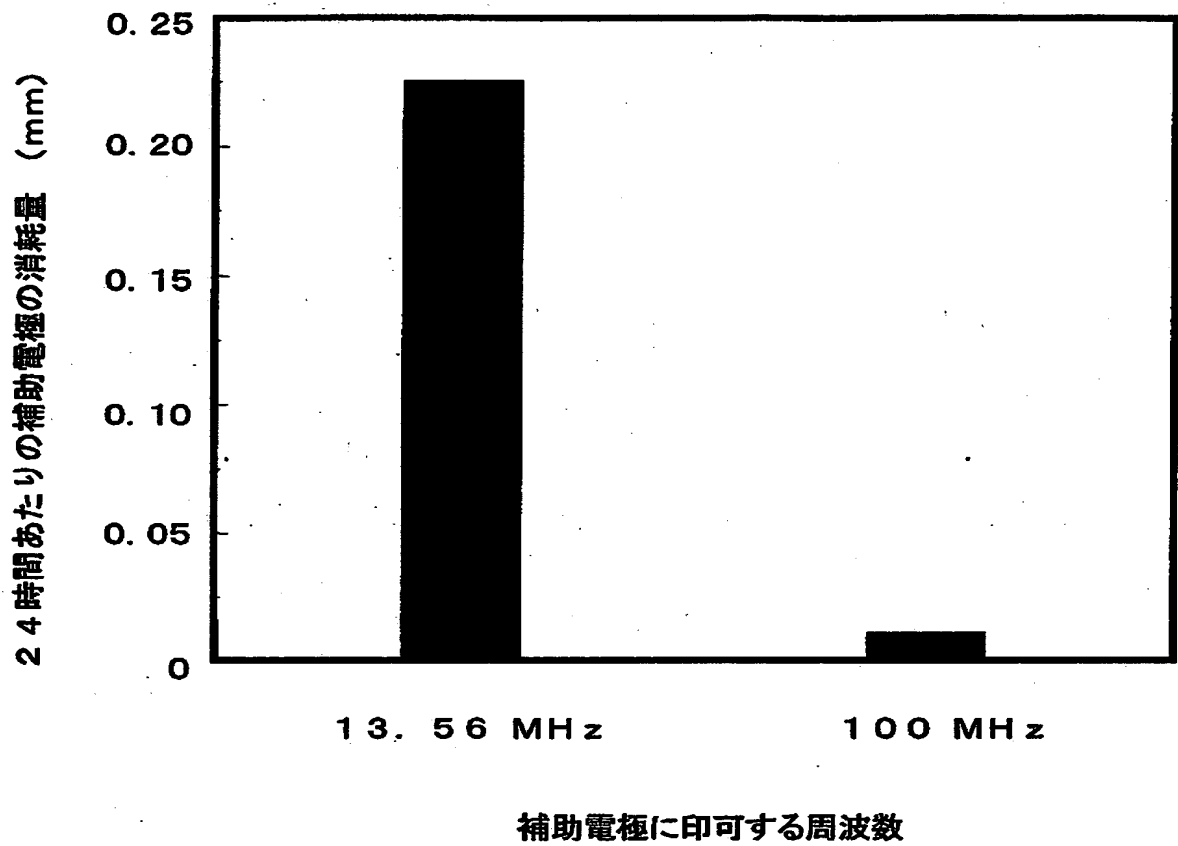
【図 10】



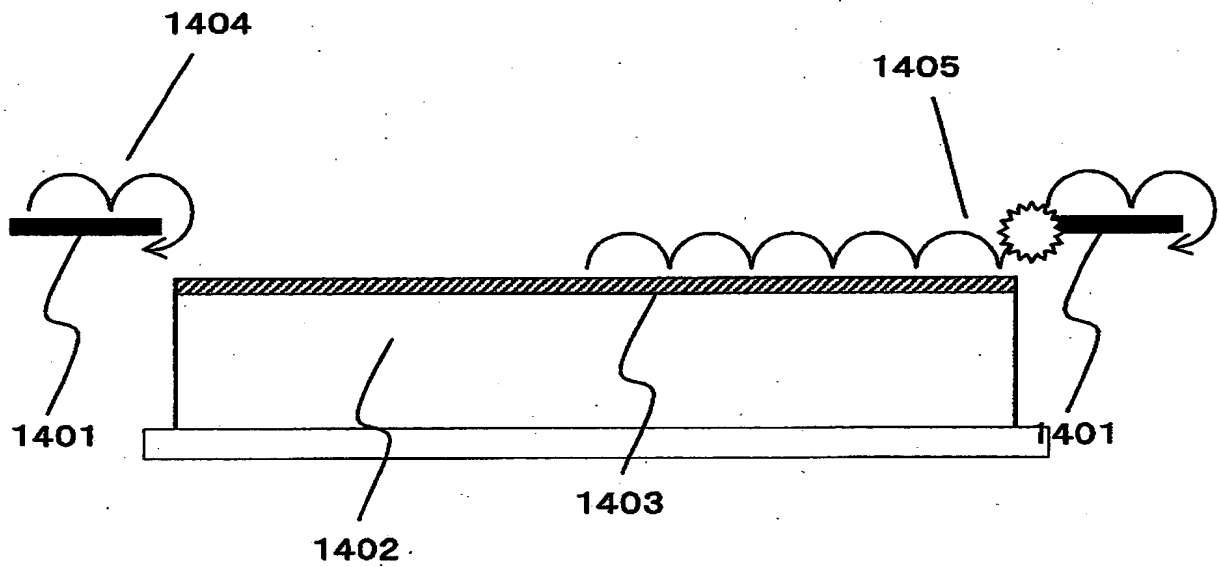
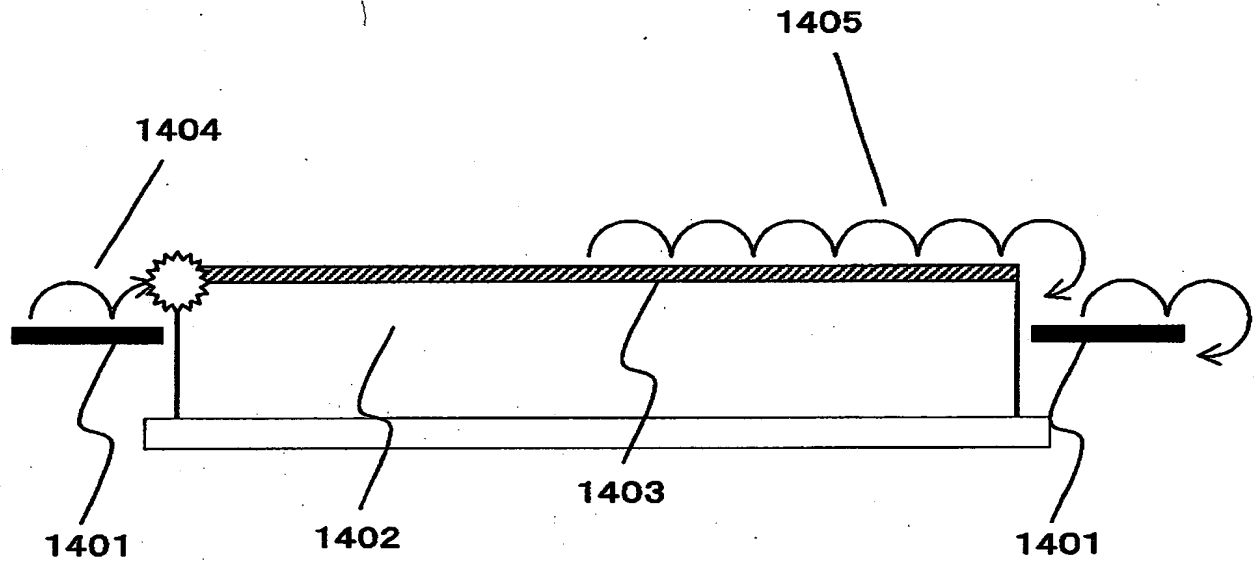
【図 11】



【図 12】

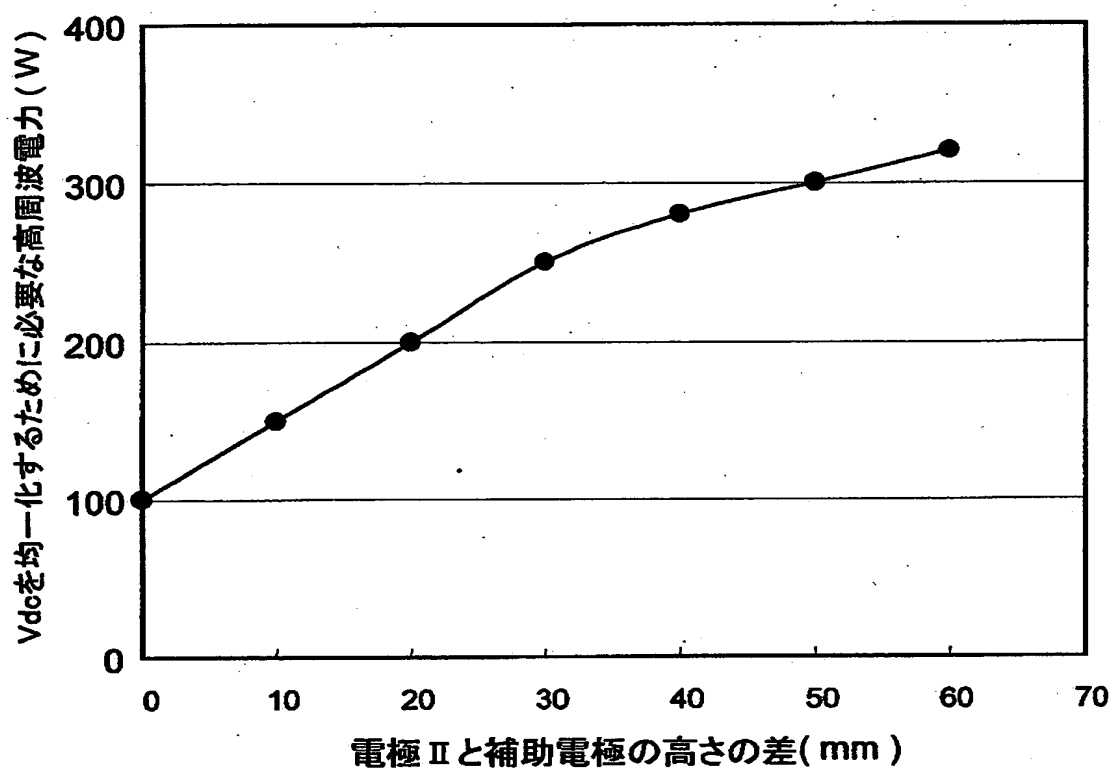


【図 14】

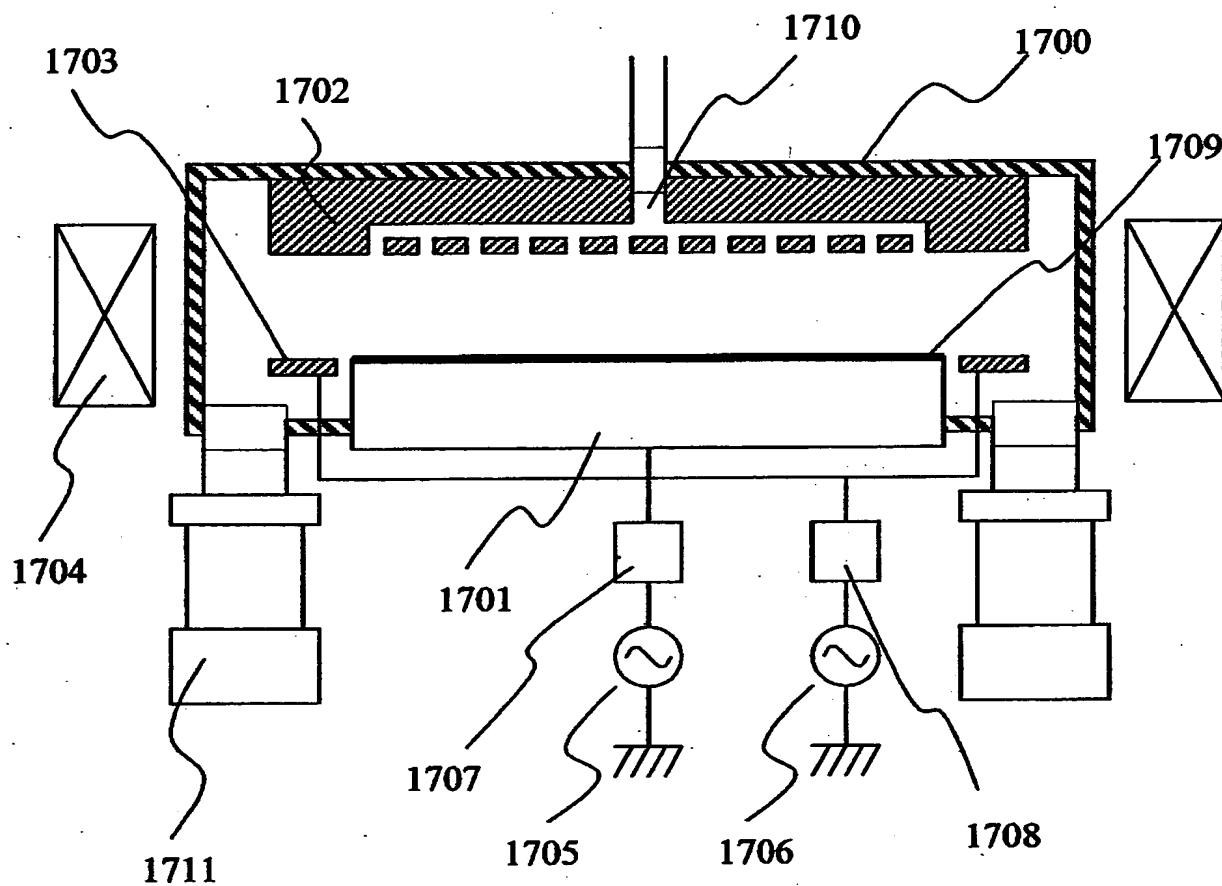




【図 14】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被処理基体上の圧力分布を均一に保ったまま、磁場の印加手段を回転させることなく基体表面に対する生成プラズマ密度の均一化及びセルフバイアス電位の均一化を図ることが可能となり、基体に対して均一且つチャージアップダメージのないエッチングプロセスが可能なプラズマエッチング装置及び基体に対して均一且つ応力の発生しないスパッタ装置を提供すること。

【解決手段】

本発明のプラズマプロセス装置は、プラズマ処理が行われる基体 1 0 1 を載置可能な第一の電極 1 0 2 を有し、プラズマ処理が行われる面に対して磁場の印加手段 1 0 3 を設けたプラズマプロセス装置において、前記第一の電極 1 0 2 の外周囲に補助電極 1 0 4 を備え、前記補助電極 1 0 4 の裏面にプラズマを励起し、プラズマ中の電子が補助電極の表面 1 0 6 から補助電極の裏面 1 0 5 且つ補助電極の裏面 1 0 5 から前記補助電極の表面 1 0 6 にドリフトが発生することを特徴とするプラズマプロセス装置。

【選択図】

図 1

【書類名】 出願人名義変更届

【整理番号】 OHMI009

【提出日】 平成12年11月21日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成11年特許願第375974号

【承継人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【承継人代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン  
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 4,200円

【提出物件の目録】

【物件名】 承継人であることを証明する書面 1

【提出物件の特記事項】 追って補充する。

【包括委任状番号】 0010314

【ブルーフの可否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第375974号
受付番号	50001498817
書類名	出願人名義変更届
担当官	鈴木 ふさゑ 1608
作成日	平成13年 1月 5日

<認定情報・付加情報>

【承継人】

【識別番号】	000219967
【住所又は居所】	東京都港区赤坂5丁目3番6号
【氏名又は名称】	東京エレクトロン株式会社
【承継人代理人】	申請人
【識別番号】	100070150
【住所又は居所】	東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階
【氏名又は名称】	伊東 忠彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000205041]

1. 変更年月日	1990年 8月27日
[変更理由]	新規登録
住 所	宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301
氏 名	大見 忠弘

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日	1994年 9月 5日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区赤坂5丁目3番6号
氏 名	東京エレクトロン株式会社